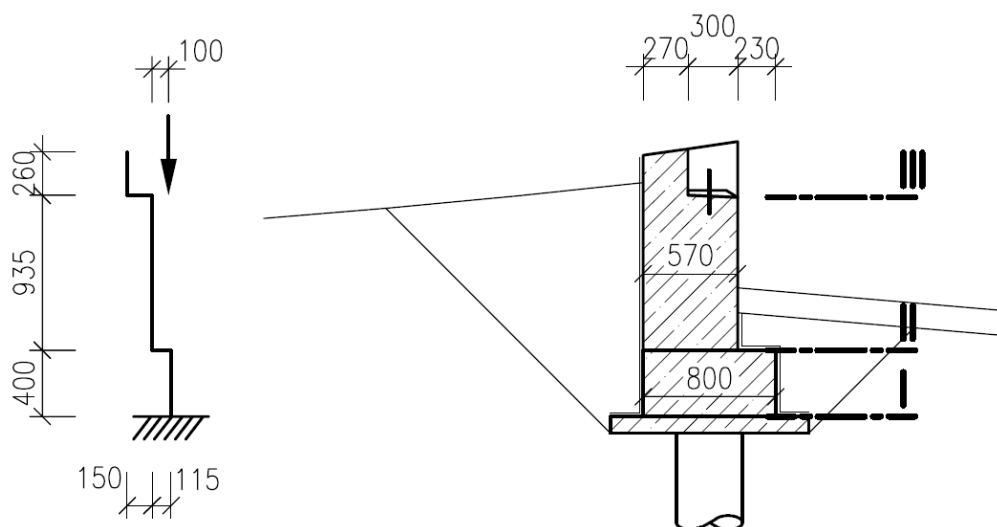


### a.1. Opěra – lineárně pružná analýza

Materiál: Beton C30/37 – dřík; C25/30 – základ; Ocel B 500B

#### a.1.1. Schéma opěry



#### a.1.2. Zatížení

ZS1 – Vlastní tíha (ZŠ = 1,0 m)

Opěra	Rozměry [m]	[m <sup>3(2)</sup> ]	$\gamma_i$ [kN/m <sup>3(2)</sup> ]	$q_{i,k}$ [kN/m]
Závěrná zídka	1	0,27	25	6,75
Dřík	1	0,57	25	14,25
Patka	1	0,8	25	20
$\Sigma g_k =$				41,00 kN/m
$\Sigma g_d =$				55,35 kN/m

ZS2 – Podporový tlak lávky (přejato z předchozího výpočtu; výpočtové hodnoty)

Podporový	Svislá reakce A	85,29 kN
tlak lávky	Svislá reakce B	72,1 kN
Suma		157,39 kN

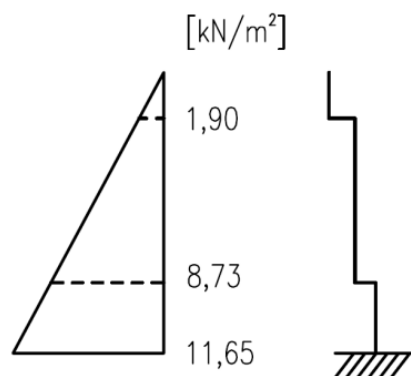
#### ZS3 – Zemní tlak

Předpokládá se aktivní zemní tlak. Úhel vnitřního tření  $\varphi' = 25^\circ$ .

Aktivní součinitel zemního tlaku:

$$K_a = \left( \tan \left( 45 - \frac{\varphi'}{2} \right) \right)^2 = \left( \tan \left( 45 - \frac{25}{2} \right) \right)^2 = 0,41$$

Tíha zeminy  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

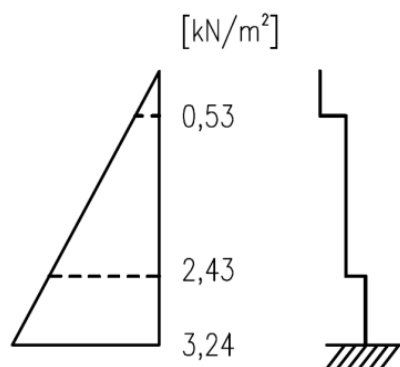


#### ZS4 – Přetížení vozovky za mostem (5 kN/m<sup>2</sup>)

Předpokládá se aktivní zemní tlak. Úhel vnitřního tření  $\varphi' = 25^\circ$ .

Aktivní součinitel zemního tlaku:

$$K_a = \left( \tan \left( 45 - \frac{\varphi'}{2} \right) \right)^2 = \left( \tan \left( 45 - \frac{25}{2} \right) \right)^2 = 0,41$$



#### a.1.3. Vnitřní síly (na běžný metr opěry)

Zatěžovací stav	Vnitřní síly	Řez		
		I	II	III
ZS1	$N_{Ek}$ [kN]	41,00	21,00	27,75
	$M_{Ek}$ [kNm]	-3,43	-1,01	0,00
ZS2	$N_{Ek}$ [kN]	60,53	60,53	0,00
	$M_{Ek}$ [kNm]	0,00	6,05	0,00
ZS3	$N_{Ek}$ [kN]	0,00	0,00	0,00
	$M_{Ek}$ [kNm]	4,94	2,08	0,02
ZS4	$N_{Ek}$ [kN]	0,00	0,00	0,00
	$M_{Ek}$ [kNm]	1,37	0,58	0,01

#### a.1.4. Posudky (použit návrhový přístup NP2)

##### Součinitele kombinace

Typ zatížení	STR	EQU
stálé	1,00	0,95
	1,35	1,05
Zemina	1,35	1,05
Zatíž. za mostem	1,50	1,50

##### Výpočtové hodnoty vnitřních sil

STR

Patka	1,0 x 0,8 m	<b>ŘEZ I</b>	ZS1*1,00 + ZS3*1,35 + ZS4*1,5
		max M	<b>5,30 kNm</b>
		<b>N</b>	<b>41,00 kN</b>
			ZS1*1,35 + ZS2*1,35
Dřík	1,0 x 0,57 m	M	<b>-4,63 kNm</b>
		max N	<b>137,07 kN</b>
		<b>ŘEZ II</b>	ZS1*1,00 + ZS2*1,35 + ZS3*1,35 +
		max M	<b>10,83 kNm</b>
Záv. zídka	1,0 x 0,27 m	N	<b>102,72 kN</b>
		<b>ŘEZ III</b>	ZS1*1,35 + ZS3*1,35 + ZS4*1,5
			<b>0,04 kNm</b>
			<b>37,46 kN</b>

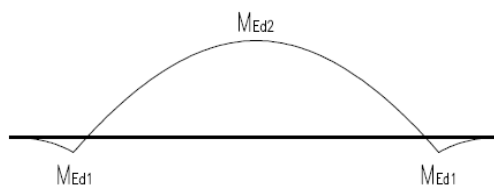
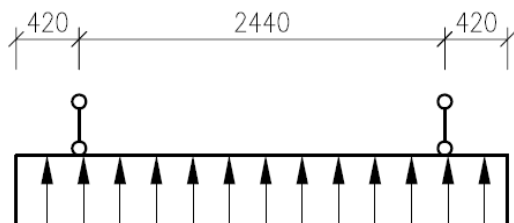
EQU

Stabilizující				
	Síla	e	souč	Moment
G1 - záv.zídka	6,75	0,665	0,95	4,26
G2 - dřík	14,25	0,515	0,95	6,97
G3 - patka	20	0,4	0,95	7,60
G4 - podp. tlak	60,53	0,4	1,00	24,21
				<b>43,05 kNm</b>

Destabilizující				
	Síla	e	souč	Moment
G5 - zemní tlak	9,29	0,53	1,35	6,69
G6 - zat. za opěrou	2,58	0,80	1,50	3,10
				<b>9,78 kNm</b>

#### a.1.4.1. Úložný práh (570 x 270 mm)

##### Podélný směr



Suma podporových sil:

$$R_a + R_b = 85,71 + 72,10 = \mathbf{157,39 \text{ kN}}$$

Spojité zatížení (plný roznos):

$$g = 157,39/L = 157,39/3,28 = \mathbf{47,99 \text{ kN/m}}$$

Tuhý nosník –  $M_{Ed1}$ :

$$M'_{Ed1} = g \cdot l_1^2 \cdot 1/2 = 47,99 \cdot 0,42^2 \cdot 1/2 = 4,23 \text{ kNm}$$

Měkký nosník –  $M_{Ed1}$ :

$$M_{Ed1} = R_a \cdot (2 \cdot l_1)/8 = 85,71 \cdot (2 \cdot 0,42)/8 = \mathbf{9 \text{ kNm}}$$

Tuhý nosník –  $M_{Ed2}$ :

$$M_{Ed2} = M'_{Ed1} - 1/8 \cdot g \cdot l_2^2 = 4,23 - 1/8 \cdot 47,99 \cdot 2,44^2 = \mathbf{31,48 \text{ kNm}}$$

**Navrhuji 2x4  $\phi$  14; do třmínku Tř  $\phi$  10/150; ocel B 500B**

##### Vstupní hodnoty

Beton C 30/37	Pevnost v tlaku [MPa]	char.	$f_{ck}$	30
		výp.	$f_{cd}$	16,00
	Pevnost v tahu [MPa]		$f_{ctm}$	2,9
	Přetvoření betonu		$E_{cu3}$	0,0035
Ocel B 500B	Pevnost v tahu [MPa]	char.	$f_{yk}$	500
		výp.	$f_{yd}$	434,78
	Modul pružnosti [GPa]		E	200
Krytí [mm]	c		55	
Součinitel $\lambda$	$\lambda$		0,8	

##### Posudek

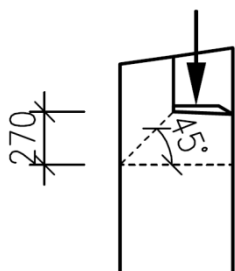
Úložný trám			
Vstupy	Umístění	prvek	ul. trám
		působení	podélná
	Sířka trámu	b [mm]	570
	Výška trámu	h [mm]	270
	Momentové namáhání	$M_{Ed}$ [kNm]	31,48
	Smykové namáhání	$V_{Ed}$ [kN]	42,86

<b>Ohyb</b>	Předběžný návrh	průměr [mm]	14
		$d_1$ [m]	0,072
		$d$ [m]	0,198
		$A_{st,nut}$ [m <sup>2</sup> ]	3,83E-04
		počet prutů	2,5
		vzdálenost os prutů [mm]	229
	Návrh	průměr [mm]	14
		počet prutů	4,0
		sv. vzdálenost prutů [mm]	128
		$A_{st}$ [m <sup>2</sup> ]	6,16E-04
	Stupeň vyztužení	$A_{s,min}$ [m <sup>2</sup> ]	1,70E-04
		$A_{s,min,n}$ [m]	1,47E-04
		posouzení	vyhovuje
		$A_{s,max}$ [m]	6,16E-03
		posouzení	vyhovuje
	Započitatelnost výztuže	$x$ [m]	0,0367
		$x_{lim}$ [m]	0,1221
		posouzení	vyhovuje
	Únosnost	$z_c$ [m]	0,1833
		$M_{Rd}$ [kNm]	49,08
		posouzení	vyhovuje
<b>Smyk</b>	Únosnost nevyztuženého prvku	$A_{st}$ [m <sup>2</sup> ]	6,16E-04
		$\rho_c$	5,46E-03
		$C_{Rd,c}$	0,12
		$k$	2,00
		$V_{Rd,c}$ [kN]	68,77
		posouzení	vyhovuje
	Návrh třmíneků	průměr [mm]	10
		dvoustřížný	2
		$s_w$ [m]	0,2
		$A_{sw}$ [m <sup>2</sup> ]	1,57E-04
	Únosnost smykové výztuže	$z$ [mm]	0,1833
		$\theta$ [°]	30
		$\theta$ [rad]	0,52
		$V_{Rd,s}$ [kN]	108,43
		$V_{Rd,max}$ [kN]	434,37
		posouzení	Kčně

**VYHOVUJE**  
(2x4  $\phi$  14; B 500B)

### Příčný směr

(plně využita plocha průřezu)



$$H = \frac{1}{4} \cdot \max R_a = \frac{1}{4} \cdot 85,71 = 21,43 \text{ kN}$$

Aby nevznikly trhliny  $f_{yd} = 250 \text{ MPa}$ .

$$A_{s,nut} = H/f_{yd} = (21,43 \cdot 10^{-3})/250 = 8,57 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

**Navrhují Tř  $\phi$  10/150**

$$A_{s,skut} = 52,4 \cdot 10^{-5} > A_{s,nut} = 8,57 \cdot 10^{-5}$$

**VYHOVUJE**

(Tř  $\phi$  10/150; B 500B)

### a.1.4.2. Závěrná zídka

$M_{Ed} = 0,04 \text{ kNm} \Rightarrow$  pouze konstrukčně

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{434,78} \cdot 1,0 \cdot 0,27 = 4,68 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 1,0 \cdot 0,27 = 1080 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

**Navrhují Tř  $\phi$  10/150**

$$A_{s,min} = 4,68 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,skut} = 5,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 1080 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

**VYHOVUJE**

(Tř  $\phi$  10/150; B 500B)

### a.1.4.3. Dřík

$M_{Ed} = 10,83 \text{ kNm}$

**Navrhují  $\phi$  14/150 při obou povrchích**

Vstupní hodnoty

Beton C 30/37	Pevnost v tlaku [MPa]	char.	$f_{ck}$	30
		výp.	$f_{cd}$	16,00
	Pevnost v tahu [MPa]		$f_{ctm}$	2,9
	Přetvoření betonu		$E_{cu3}$	0,0035
Ocel B 500B	Pevnost v tahu [MPa]	char.	$f_{yk}$	500
		výp.	$f_{yd}$	434,78
	Modul pružnosti [GPa]		E	200
Krytí [mm]	c		55	
Součinitel $\lambda$	$\lambda$		0,8	

## Posudek

<b>Dřík</b>			
<b>Vstupy</b>	Umístění	prvek	dřík
		působení	svislá
	Sířka trámu	b [mm]	1000
	Výška trámu	h [mm]	570
	Momentové namáhání	$M_{Ed}$ [kNm]	10,83
<b>Ohyb</b>	Smykové namáhání	$V_{Ed}$ [kN]	19,75
	Předběžný návrh	průměr [mm]	14
		$d_1$ [m]	0,070
		d [m]	0,500
		$A_{st,nut}$ [m <sup>2</sup> ]	4,99E-05
		počet prutů	0,3
		vzdálenost os prutů [mm]	3086
	Návrh	průměr [mm]	14
		počet prutů	6,7
		sv. vzdálenost prutů [mm]	150
		$A_{st}$ [m <sup>2</sup> ]	1,03E-03
	Stupeň vyztužení	$A_{s,min}$ [m <sup>2</sup> ]	7,54E-04
		$A_{s,min,n}$ [m]	6,50E-04
		posouzení	vyhovuje
		$A_{s,max}$ [m]	2,28E-02
		posouzení	vyhovuje
	Započitatelnost výztuže	x [m]	0,0349
		$x_{lim}$ [m]	0,3084
		posouzení	vyhovuje
	Únosnost	$z_c$ [m]	0,4861
		$M_{Rd}$ [kNm]	216,88
		posouzení	vyhovuje
<b>Smyk</b>	Únosnost nevyztuženého prvku	$A_{st}$ [m <sup>2</sup> ]	1,03E-03
		$\rho_c$	2,05E-03
		$C_{Rd,c}$	0,12
		k	1,63
		$V_{Rd,c}$ [kN]	199,92
		posouzení	vyhovuje
	Návrh třmíneků	průměr [mm]	8
		dvoustřížný	2
		$s_w$ [m]	0,15
		$A_{sw}$ [m <sup>2</sup> ]	1,01E-04
	Únosnost smykové výztuže	z [mm]	0,4861
		$\theta$ [°]	39,75
		$\theta$ [rad]	0,69
		$V_{Rd,s}$ [kN]	170,30
		$V_{Rd,max}$ [kN]	2294,00
		posouzení	Kčně

**VYHOVUJE**

(ϕ 14/150 při obou površích; B 500B)

#### a.1.4.4. Spojení dřík x patka

$$M_{Ed} = 10,83 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 102,72 \text{ kN}$$

Excentricita:

$$e = M_{Ed}/N_{Ed} = 10,83/102,72 = \mathbf{0,105 \text{ m}}$$
$$e = 0,105 \text{ m} < 0,4 \cdot h = 0,4 \cdot 0,57 = 0,228 \text{ m} \quad \text{OK}$$

Napětí ve spáře:

$$\sigma_c = \frac{N_{Ed}}{b \cdot (h - 2e)} = \frac{102,72 \cdot 10^{-3}}{1,0(0,57 - 2 \cdot 0,105)} = \mathbf{0,285 \text{ MPa}}$$

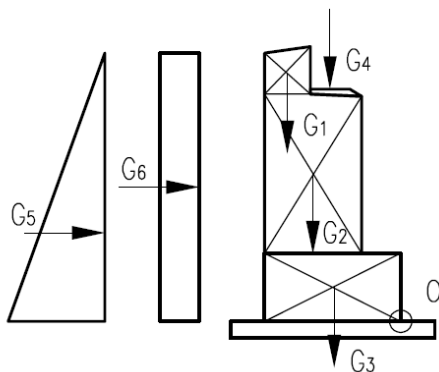
Dlouhodobá pevnost betonu v tlaku:  $f_{cd,pl} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,8 \cdot 30 / 1,5 = \mathbf{16,000 \text{ MPa}}$

$$\sigma_c = \mathbf{0,285 \text{ MPa}} < f_{cd,pl} = 16,000 \text{ MPa}$$

**VYHOVUJE**

(beton C30/37)

#### a.1.4.5. Stabilita



EQU

Stabilizující				
	Síla	e	souč	Moment
G1 - záv.zídka	6,75	0,665	0,95	4,26
G2 - dřík	14,25	0,515	0,95	6,97
G3 - patka	20	0,4	0,95	7,60
G4 - podp. tlak	60,53	0,4	1,00	24,21
				<b>43,05 kNm</b>

Destabilizující				
	Síla	e	souč	Moment
G5 - zemní tlak	9,29	0,53	1,35	6,69
G6 - zat. za opěrou	2,58	0,80	1,50	3,10
				<b>9,78 kNm</b>

**VYHOVUJE**

(stabilita)

V Brně

.....

Dne 13. 5. 2014

vypracoval: Ing. Pavel Buřič